

# 中山間地域における災害時の孤立による情報伝達システムの研究

## Communication systems research by disaster in an isolated mountainous region

教育学部：○此松昌彦

経済学部：中村太和

システム工学部：塚田晃司、瀧 寛和、三浦浩一

観光学部：北村元成

システム情報学センター：内尾文隆

防災研究教育センター：今西 武(客員教授)

M. KONOMATSU, T. NAKAMURA, K. TSUKADA,  
H. TAKI, K. MIURA, M. KITAMURA, F. UCHIO and T. IMANISHI

○印研究代表者連絡先：matsu@center.wakayama-u.ac.jp、電話073-457-7344

本研究に関連するホームページURL：http://www.wakayama-u.ac.jp/bousai/

**要約:**アナログ的なヘリコプター用の救難サインの実証実験とヘリコプター用のICTを利用した可視光通信を利用した情報伝達実験、アドホック無線LANを利用した情報共有システムの開発を実施した。特に救難サインでは夜間でのヘリコプターからの確認と自衛隊の演習においてヘリコプターによる偵察訓練で救難サインが利用された。

### 1. はじめに

本研究は平成19年度・20年度において実施されたオンラインワン創世プロジェクト経費「中山間地域における災害時の孤立による情報伝達システムの研究」の継続研究として平成21年度・22年度に採択されたものである。

本研究の背景としては、近い将来に東南海・南海地震が東海・近畿・四国地方の沿岸地域を震源域として発生し、巨大で広域な災害になるであろうと見込まれていることから発想している。その地震動による津波や土砂崩れなどによる道路の閉塞によって孤立集落が多く発生することが想定される。ちなみに内閣府政策統括官（2010）の孤立集落の可能性調査において和歌山県が607カ所の集落が孤立する想定となっており、平成17年における調査時の630カ所よりやや減少している。

この時における孤立時の一番の課題は、情報を双方向に伝達することである。孤立者側から指摘すると、こちら側の被災状況をなんとかしてでも孤立集落

以外に伝えたいし、必要な物資の要望を行うことが重要になっていく。また逆に孤立者側は全国的な情報を知りたいし、離れた家族などの安否情報を知りたいことも重要な課題である。

その情報伝達の方法として平成19年度から本プロジェクトとして継続的に実施しており、特にヘリコプター用の救難ピクトサインシステムを提案したり、ICTを利用した情報通信分野として集落間で情報通信できる無線アドホック通信システム、パラグライダーを利用した無線LAN通信システムを開発したりしてきた。これらをさらに継続発展していくために救難ピクトサインの実証実験や新たにヘリコプター用に可視光線通信を利用した情報送信システムなどを開発している。また最近注目されて聴覚障害者とのコミュニケーションについてもピクトサインとして提案しているので、これらの研究について成果を報告する。

#### 1.1 東日本大震災での孤立状況

今年である2011年3月11日に東北地方と北関東を

表 1-1：東日本大震災での孤立状況

月日	地域	出来事	課題	出典
3月11日	東北	午後8時現在 停電：青森約90万戸、岩手約77万戸、秋田約66万戸、宮城約137万戸、山形約51万戸、福島約27万戸		福島民報3/12
12日	岩手県山田町	アマチュア無線で109人の孤立情報を連絡		河北新報4/20
13日	岩手県宮古市	13日まで重茂半島で孤立。路線バスの無線で外部と連絡。地区災害対策本部の役割		河北新報3/23
16日	被災地全体	9200人の孤立	衛星携帯が少ない	毎日新聞3/17
18日	岩手・宮城・福島	18日現在 約29万避難生活 5511人死亡 岩手県 停電：洋野町・譜代村・山田町・大槌町・陸前高田 一部復旧：久慈市・野田村・田野畑村・釜石市・大船渡市 通信不通：野田村・田野畑村・岩泉町・山田町・大槌町・大船渡市・陸前高田市 孤立集落：宮古市(4集落) 宮城県 停電：気仙沼市・南三陸町・女川町・東松島市・その他の自治体は一部復旧か復旧 孤立：東松島市(2215人)	各地でガソリン不足や断水	毎日新聞3/19
21日	岩手県	沿岸部の孤立が解消 11市町村 194カ所 最多1万823人	ガソリン補給	産経新聞3/22
27日	被災地全体	警察無線は機能を保った 通信回線9割復旧		産経新聞3/27
30日	被災地全体	被災直後の不通：固定通信約160万回線 携帯電話基地局：14000局	津波被害の沿岸部は困難	毎日新聞3/31

主として揺れた東北地方太平洋沖地震が発生した。この地震は近い将来に発生するであろう東南海・南海地震と同じ連動型の海溝型地震で、東北地方と北関東の広範囲で震度6クラスの揺れがあった。この連動型である海溝型地震は、マグニチュード9という日本の観測史上最大の地震となった。政府の中央防災会議では想定されていなく、宮城沖地震など単体の震源域で発生するだけと想定されていた。

この地震によって岩手県・宮城県・福島県で主に津波による甚大な被害が生じた。その結果、4月9日現在で警察庁調べによると死者（12915人）・行方不明者（14921人）が3万人弱いるという戦後地震による災害として最大である。

今回の東日本大震災では表1-1に示したように現時点での新聞で掲載された孤立やライフラインの寸断に関する記事を取り上げた。まだ未掲載のものもある可能性や取材されていない孤立集落も存在する可能性はあるので、全てとは認識していない。それでも孤立集落では、3月17日付毎日新聞によると上空や陸路から自衛隊や消防が懸命な捜索を実施しているが、広範囲に孤立しているため被害の全容が不明であるようだ。地震発生の日3月11日から5日経過した16日になっても約1万人弱の方が孤立されていると

いう。救助・捜索は自衛隊などのヘリコプターによるところが大きかった。また別の記事では岩手県沿岸部の孤立集落の解消が3月21日までかかっている。このようなことから約1週間以上の孤立対策は必要であることがわかる。東南海・南海地震では、東日本大震災より広範囲になる可能性もあり、孤立集落の問題やライフラインの寸断問題は予想されていたとはいえ大変重要な課題を提示した。特にガソリン補給の問題が大きく、自動車で移動するにしても平野のガソリンスタンドは津波によって破壊されてしまい補給ができずに道路の寸断がなくても移動することができなくなったのは予想されていない状況であった。

情報通信関係では、被災地では当初固定電話や携帯電話などの一般的情報通信が途絶えていた（表1-1）。3月17日付毎日新聞によると当初の東日本大震災の被災地では、多数の集落が外部との通信手段を絶たれ被害実態が不明であったようだ。これは災害時に有効である衛星携帯電話を各孤立予想集落に配布している自治体が設置費や維持管理費が高いことから少なかったことにも原因があると指摘している。2011年度から内閣府が携帯電話購入費を半額補助していく矢先であったようだ。このような状況で地域

ではアマチュア無線の利用者が協力して被災状況の伝達のためにハンディトランシーバーなどの貸与によって災害対策本部との通信支援を実施したりしていたそう（日本アマチュア無線連盟）。

## 1.2 政府の検討会での孤立対策の検討について

本研究でのテーマである中山間地域の情報通信について政府の検討委員会での提言や検討について事前研究としてまとめておく。それはこれからの自治体等への防災対策として方向性を示している。

東日本大震災のような孤立の問題については、新潟県中越地震において孤立中山間地域がクローズアップされたことによって、内閣府で検討会を発足させ2005年に「中山間地等の集落散在地域における地震防災対策に関する検討会」提言を発表した。

そこでは「新潟県中越地震での被災教訓を踏まえて、全国の中山間地域等における地震防災対策のあり方に関し、特に孤立集落における防災対策と避難生活において配慮すべき対策を中心としてまとめたものである。」と述べ、地方公共団体として「地震や津波によって孤立するおそれのある集落の実態のさらなる把握に努めるとともに、本提言をもとに、中山間地等の地震防災対策、特に孤立集落対策について、情報通信手段の確保、救助・救援体制、自立のための備蓄等に関する具体的な対策を、孤立集落対策として地域防災計画において明記し、推進していくことが必要である。」と述べている。

中山間地域等の定義が提言において示されているが、農業地域類型区分の地域をもとに、「地震防災対策の観点から、地震が発生した場合に、地形条件、交通アクセス等から孤立集落が発生する可能性のある地域を対象としている。従って、農業統計上の「中山間地域」と一致するものではない。」「津波によって孤立集落が発生する可能性を有する漁村地域も対象に含めている。これは東日本大震災の津波による孤立問題をまさに想定していたことになる。本研究においても基本的には提言の述べているとおり、津波による孤立時でも使用できることを目標にしている。

東日本大震災でもあったように通信の断絶、津波による道路の寸断によって孤立化して、ヘリコプターによる捜索・救助が多かった。まさに提言では孤立集落地域では、人命救助が優先事項となるため、被災状況を伝える必要がある。そこでヘリコプターの利用の重要性が提言では述べられている。

また提言では孤立集落の情報連絡で実施すべき防

災対策として以下のような指摘を行っている。

直ちに実施すべき事項（主要な項目を一部掲載）

○通信機器のための非常用電源の確保及び停電時の確実な切り替え。訓練を通じた通信機器や非常用電源の使用法習熟を図るなど。

○通信設備障害時のバックアップ体制

被害状況把握のための自主防災組織を中心とした体制の構築。消防団員による情報収集。避難所における避難者からの情報集約。アマチュア無線や簡易無線等の自営無線を活用する非常通信体制の構築など。

○集落と市町村間の通信確保

消防団、自主防災組織、各集落に次のような通信手段を、選択して整備を進める。

- ・衛星携帯電話、簡易無線機、パケット通信（携帯メール等）、災害時優先電話（固定、携帯）、地域公共ネットワーク、公衆電話、バルーン、のろし
- また、市町村等の防災関係機関への衛星携帯電話の整備を進める。

○様々な被災地情報収集手段の実用化

被災地の情報収集のため、地域公共ネットワーク等を活用した映像等の災害情報の伝達・収集システムの構築を進めるほか、以下の手段の実用化を進める。

- ・夜間ヘリコプター、ヘリコプター衛星通信、航空機・衛星搭載映像レーダー、無人航空機等

以上のように本研究に関連する項目では示されている。そのため和歌山県では2009年度事業として孤立集落の可能性ある地域で既存の通信設備のある集落以外で移動無線機を設置し、孤立化を防ごうと実施している（紀伊民報、2010年1月4日）。

さらに最近では政府の中央防災会議において2010年1月に「地方都市等における地震防災のあり方に関する専門調査会」が設置された。

そこでは本研究で関連する項目として孤立集落対策として孤立集落における情報確認、伝達手段の確保。孤立集落における平時の備え。土砂災害への対応について検討されるとのことである（専門調査会2010年4月26日第1回資料2-2）。これらの資料は中央防災会議の検討会のホームページに掲載されて公表されている。

[http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/toshibu\\_jishin/index.html](http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/toshibu_jishin/index.html)

2010年7月1日第3回資料3-2によると最新の孤立集落対策が示されている。孤立集落における情報確認、



伝達手段の確保において、以下のように述べている。

#### ○通信手段の確保、運用

孤立集落を教訓として、通信機器の整備に取り組む自治体が増加している。高齢者が多い孤立集落では、それらの通信機器の使用に慣れること、通信機器を用いず容易に外部との情報とのやり取りを行うことなどの情報伝達手段の確保が必要性であるという。

#### ○市町村防災行政無線の充実化

2010年3月現在では90%を超える程度になっている。さらにアナログからデジタル無線への整備（21.3%）によって、双方向で通信可能な情報共有やデータ通信、さらに住民への情報提供方法などを検討する。

#### ○地上に文字を書く等の手段の活用

通信機器に不具合が発生した場合等に備えて、通信機器を用いない情報伝達手段の確保も必要としている。過去の被災時に、地上に文字を書いて、救助や物資の支援を求めたケースがあるが、静岡県のように、市町が孤立集落に事前に救援要請を記載したシートを配布し、訓練で利用する等の運用について推進することが考えられるという。

静岡県の提案については既に和歌山大学の防災研究で提案している救難サイン2008年との関連もあるため、具体的に示しておく。

1984年（昭和59年）に静岡県が孤立可能性のある全610集落に配布したのが始まりで、孤立した際、集落で地上にシートを広げて情報発信を行う。実際に集落の住民が訓練で使用している。詳細は表1-2に示したように静岡市では集落名が記載されたシートと、負傷者数等を記載するための無地シート1枚を各集落に配布しており、それをつなげて使用し、人数等の数字はテープ等で表示する。シートの大きさは5.4m×3.6m（約12畳）であるとのこと。県で決められたフォーマット等はないという。

和歌山大学で救難サインについて提案しているが政府の検討会の方向性と一致しており、まったく問題はなく、ヘリコプター用のサインはますます重要性を増している。

このように情報通信機器を用いる情報伝達方法はメインとなるであろうが、孤立可能性のある集落では高齢者が多いという特徴からうまく通信機器が使用できるとは限らない。そのためにも電源不足などによる場合を考えるとのろしやサインなどアナログ

的でいわゆるローテク的な方法も重要と考えられ

表 1-2 静岡県の救援表示シートの使用手順  
（地方都市等における地震防災のあり方に関する専門調査会 2010 年 7 月 1 日資料 3-2 より引用）

1 目的  
孤立した集落において、搬送が必要な負傷者及び病人の数を把握する

2 使用手順  
(1) いつ広げるか・・・

**地震が発生して**

- ・土砂災害等により道路が寸断され、集落外への移動が困難になった。
- ・電話等が通じなく外部との連絡が途絶えた。
- さらに、
- ・集落内に搬送が必要と思われる負傷者や病人がいて、救援が必要になった。

**自主防災組織では、どうにもできない非常事態の時**

(2) 何をするか・・・

**救援を求める**

①集落内の空路、                                に、救援表示シート2枚を広げる。  
②救援表示シートは、下記のようにくっつけて並べる。

〇-〇 集落名	人数	横の場合	〇-〇 集落名	人数	縦の場合
------------	----	------	------------	----	------

③自主防災組織で、住民の安否確認を行い、負傷者や病人を把握する。  
④ヘリコプターの搬送が必要と思われる負傷者や病人の人数を、無地の救援表示シートに布テープ等で表示する。  
布テープ以外でも、表示できれば何でも構いません。  
（今までの訓練では、座布団で文字を作ったところもあります）

【注意】  
文字はなるべく太く、テープを3本くらい並べて、右記の数字を参考に表示してください。

1	2	3	4	5
6	7	8	9	0

⑤救援表示シートの周囲に石を置くなど落敷防止をしてください。

（出典：静岡市地震防災計画（資料編））

る。そこで次に救難サインの実証実験と可視光線を利用した情報通信実験について報告する。

（此松）

#### 文献

中山間地等の集落散在地域における地震防災対策に関する検討会 2005, 中山間地等の集落散在地域における地震防災対策に関する検討会提言  
内閣府政策統括官（防災担当） 2010, 中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況フォローアップ調査, 81P.

## 2. ヘリコプター用の救難サインの実証実験

ヘリコプター用救難サインについては此松他（2008）の地域安全学会で初めて発表した。さらに改良し此松・北村（2009）によって示されている図2-1になっている。このサインをもとに再帰反射型の128cm四方（以降1.3m）のシートと2m四方

	<b>要医療サイン</b> 色別で意味を変える。トリアージに合わせる 赤：第1順位 重傷群Ⅰ 黄：第2順位 中等症群Ⅱ 緑：第3順位 軽傷群Ⅲ
	<b>死者サイン</b> 第4順位 死亡群あるいは瀕死状態
	<b>要救助サイン</b> Rescue の R を図形か 色は「黄赤（オレンジ）」
	<b>要飲食サイン</b> 指示を意味する「青」
	数を示す 青地の下部にアンダーラインを入れてドット部（白）

**図 2-1 2009 年に提案した救難サイン**  
此松・北村（2009）より

のクロスシートで作成している。2009年1月に和歌山県の防災ヘリコプターによる地上での実証実験を実施したところ、救難サインの評価は高かった。

### 2.1 夜間における救難サインの実証実験

再帰反射型素材のシートを利用しているのは、夜間飛行での確認をするためである。通常、ヘリコプターは目視で飛行するため、夜間での飛行をすることはほとんど無い。しかし災害は夜間でも発生するように準備している。自衛隊や海上保安庁のヘリコプターは夜間飛行することがある。しかし山間地域の谷筋の飛行などは、夜間では目視できない送電線やワイヤーなどがあるため、かなり困難になる。そこで夜間に谷筋ではなく、尾根などの上空から確認できるような救難サインを目標としていたところ、和歌山県内で夜間飛行の実験に協力いただける団体があった。

それは日本赤十字社の赤十字飛行隊和歌山支隊であり、隊長の田井秀治さんにお世話になった。

○実証実験の段取りについて

日程：2009年8月4日（火）午後6時集合

場所：和歌山市小豆島周辺（ヘリコプター格納庫場所）

参加者：此松・中村・北村・今西

協力：赤十字飛行隊和歌山支隊

目的：再帰型反射シートの救難サインがヘリコプターのライトから確認可能か実験を行う。

救難サインは再帰反射型シートの1.3m四方と2m四方のシートを用意した。またブルーシートに一部反射シートを使ったサインを使った（写真2-1）。

ヘリコプターにはデジタルビデオ撮影と一眼レフデジタルカメラによる写真撮影を実施した。



写真2-1 夕方の救難サイン（地上から約150m）  
（ビデオ撮影からの一時停止写真）

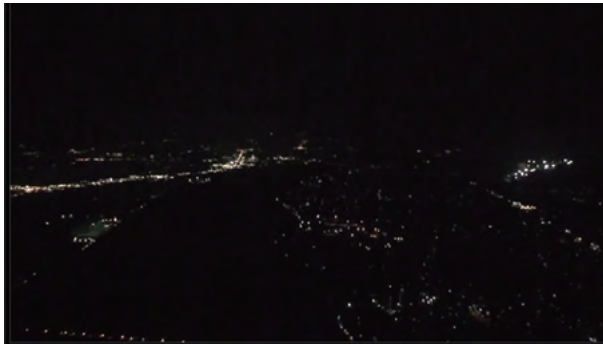


写真2-2 夜間での撮影  
(白い点が町の街灯などである)

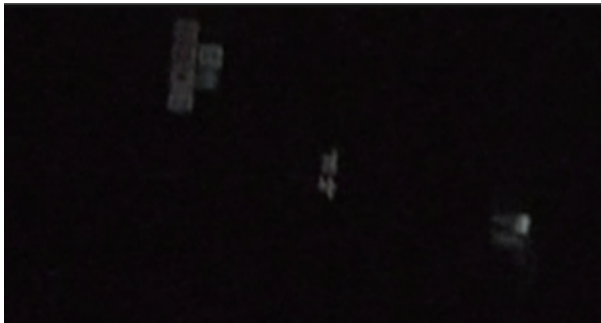


写真2-3 夜間での救難サインの撮影  
(ヘリからライトで数字は認識できた。救難サインははっきりしない。)

#### ○検証結果

デジタルカメラは夕方の薄暗い撮影では可能であったが、夜間では困難であった。ただこの時は感度設定を高くすることはしなかったため、感度設定でどの暗さまで可能かは不明である。

ビデオ撮影はかなり暗い時期まで撮影が可能であるが、ヘリコプターによる揺れがあるため、一時停止した時には映像の文字が読みづらい。夕方では写真2-1のように薄暗い時でも撮影が可能で、救難サインはズーム撮影してもきちんと認識できた。それが夜間撮影になるとビデオ撮影では周辺の街頭や車の明かりしか認識できない(写真2-2)。サインの位置がわかりづらく、なんとか救難サインを撮影しても写真2-3のように反射シートで作成した2mの数字は認識できたが、1.3m四方の再帰反射型シートはおぼろげながら認識できるだけで、サインや数字が小さく認識が困難な結果となった。

また近くでカメラのフラッシュによる点滅実験をしたところ、それはヘリコプターでも認識できた。まずはヘリコプターが近づいてもらうための光源が必要と考えられる。それがないと自分から光を発し

ないシートではパイロットが救難サインを災害時の停電下で探すことは困難である。その点の工夫が今後は必要になるであろう。

## 2.2 自衛隊による訓練時における救難サインの実証実験

この実証実験が始まる経緯として2009年の4月に陸上自衛隊第3師団より研究プロジェクトへ和歌山大学考案の救難サインを訓練で一緒に使用してみないかという話がきたことによる。そこで検討して自衛隊によって実践的に使ってもらうことによりどのような評価をもたれるかという情報を提供していただく機会となった。

9月18日(金)に自衛隊総司令部(伊丹市)で打ち合わせ。そこで本研究プロジェクト担当者がヘリコプターへ同乗して写真やビデオ撮影を許可された。

以下に自衛隊の演習について紹介する。

○平成21年度 中部方面東南海・南海地震対処演習  
第3師団広報誌「3師団だより第4号」によると「師団は9月28日から10月1日までの間に和歌山県内16箇の施設等を使用して、演習に参加したもので、被災地に対するスピーディな部隊投入を検証するため、呼集から迅速な出動、早期に孤立化地域を特定するための情報活動、複数の孤立化地域へ迅速な進出、初めてとなる和歌山大学考案の「救難サイン」活用及び、和歌山県とのヘリコプター運用調整会議を行った。」という。

○演習での具体的な活用方法

実施日：9月30日(木)

訓練内容

①午前中に白浜空港から自衛隊ヘリコプター(機種：UH-1タイプ)によって古座川町内の孤立集落と想定している2カ所の広場(高瀬若者広場と蔵土多目的広場)で偵察活動を実施する。

救難サインを確認して、その情報を白浜空港内の指揮所へ連絡する。

②午後には白浜から再び救助のヘリコプターを飛ばしてそれぞれの広場へ着陸して負傷者を救助する。

③医療機関等へ搬送する訓練を実施した(図2-2)。実際には白浜空港へ戻った。

大学側のプロジェクト担当者は此松・北村が自衛隊ヘリコプターに同乗して写真やビデオ撮影を行い、中村・今西が前日より古座川町の2カ所に別れて救難サインの設置準備を行った。



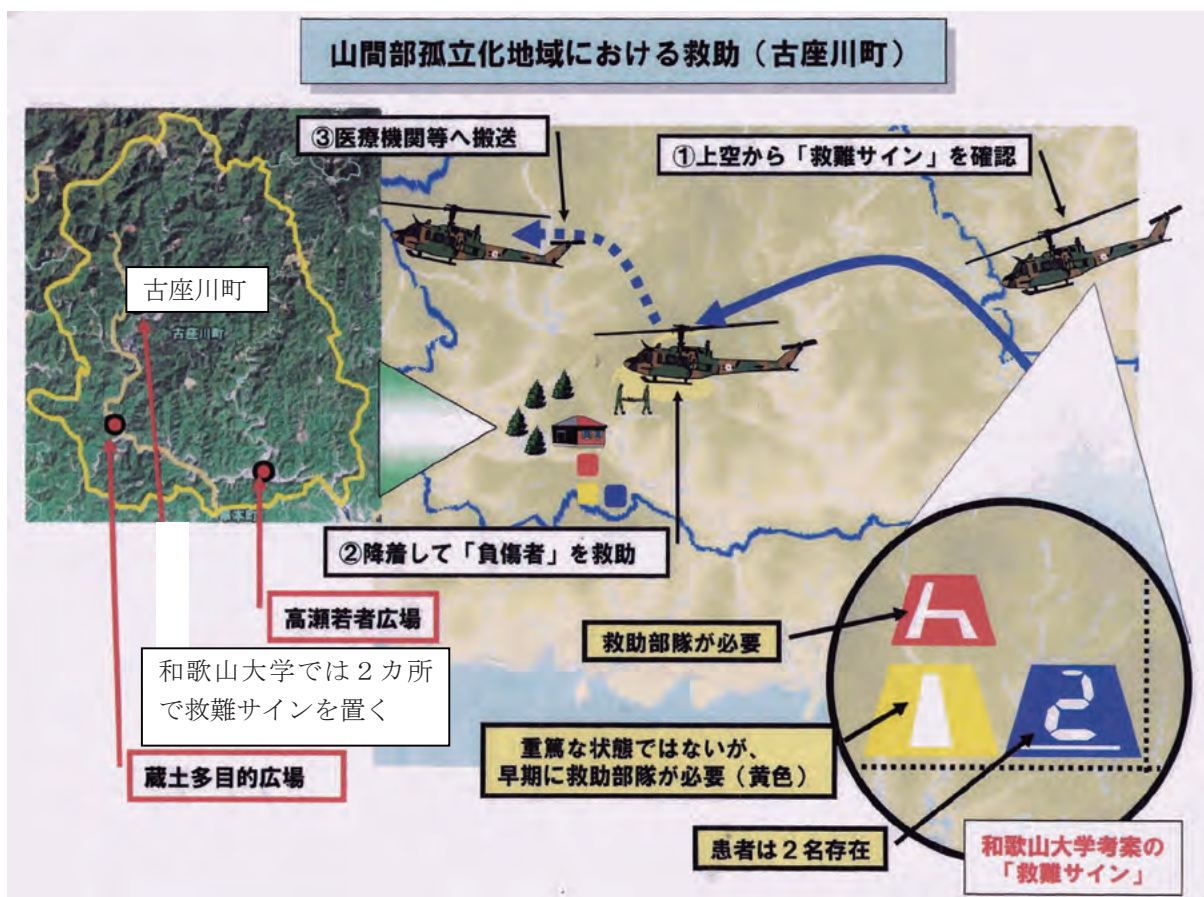


図 2-2 陸上自衛隊との共同実証実験の概要（陸上自衛隊作成資料を一部改変）

次に各地区の広場での救難サインについて説明する。

○高瀬地区

2種類の救難サインを置いた。またサインが無い場合も想定してグラウンド用の白いライン引きを利用してサインを作成した（写真2-4）。

その結果、ヘリコプターからは写真2-5、2-6のよ

うに撮影できた。白ラインは5m大に描かれているため救難サインよりはっきりわかる。ヘリコプターは約300m上空の高さからの撮影であった。ちなみに救難サインの示していることは、救助してほしい。重傷者が7名いる。死亡や瀕死状態が6名いる。



写真 2-4 ラインで救難サインを作成



写真 2-5 ヘリコプターから撮影した救難サイン

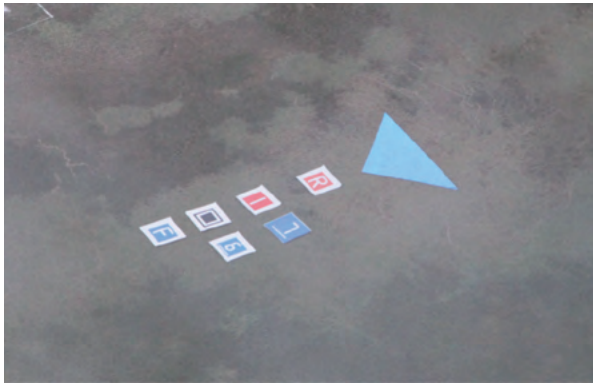


写真 2-6 1.3m四方の救難サインを撮影



写真 2-9 300m上空から撮影した救難サイン



写真 2-7 高瀬広場の全景とのろし実験



写真 2-10 400m 上空から撮影した救難サイン



写真 2-8 蔵土多目的広場の全景（300m 上空）



写真 2-11 700m 上空より撮影した救難サイン

食料も欲しいとの要望を示している。

#### ○蔵土多目的広場

蔵土の多目的広場は国道371号線沿いで、古座川沿いでもある（写真2-8）。芝生からなっており、トイレなどもある。

ここでは2m角の救難サインを置いた。他にブルーシートの上に示した白線のサインも置いた。その結果、パイロットや此松や北村も約300m上空から肉

眼で救難サインを読み取ることができた。しかし400mや700mでは内容について肉眼で読み取るのは困難であった。

一眼レフカメラで300mmズームを使うことによって300m（写真2-9）、400m（写真2-10）、700m（写真2-11）の上空でそれぞれ撮影可能であった。700mでは2000分の1秒のシャッタースピード撮影したことにより、写真を拡大すればサインを認識することが可



能になる。

#### ○検証結果

カメラにはズーム機能があるため、肉眼で認識できない情報でも認識が可能である。高瀬で使用した1.3m四方の救難サインはカメラでは認識できるが肉眼では困難であった。そのため300mの上空で確認できる2m四方の救難サインは最低限の大きさとした方が良い。

#### パイロットからのヒアリング

1.3m角の救難サインは確認しにくい、肉眼では鮮明にみえなかった。5m四方の白線ラインはくっきり見えた。また2m四方の救難サインになるとかなり認識しやすい。700m上空からでも大きい救難サインは肉眼では内容についてわからないが色の認識は可能である。救難サインは大きければ大きいほうがいいのではないか。またこのような救難サインがあると便利である。

### 2.3 救難サインの総括について

表2-1のように今までの実証実験をもとに救難サインを確認するための段階を区分して、救難サインの役割を整理した。その結果、レベル1～4に区分することができる。それをクリアすることでだれでも利用可能な救難サインとなる。

#### ○レベル1：サイン掲示位置の発見

遠くからでもサインの有る場所を認識できる必要があるため、GPS、発煙筒、のろし、ブルーシートが良い。

ブルーシートは山間地域では自然に無い色なのでとても目立ちやすい。しかし夜間は見えないので、発光するものが必要になる。

#### ○レベル2：サイン撮影位置の発見

サインの掲示ルールを規定する必要がある。

ブルーシート（三角折り）によってサインの方向がわかる。白線や布、再帰反射型シート（マイティス）を利用。

#### ○レベル3：サインの撮影（ヘリ等から撮影可能）

デジタルビデオカメラ、デジタルカメラでズーム機能のついたカメラで手ぶれ補正機能がついているものが良い。

#### ○レベル4：サインの内容確認

撮影した画像からサインの内容を確認する。パソコン等で拡大したり画像処理などを行うことで確認可能になる。

これらのレベルをきちんと検討した上で、メリッ

ト・デメリットを検討したうえで、本研究で提案した救難サインは有効である。

### 2.4 今後の救難サインの展開

2010年度には県内の社会福祉協議会と救難サインの実証実験を実施し、地域の方の意見を伺う予定であったが、諸般の事情により延期となった。これらの救難サインについては和歌山県の防災ヘリや自衛隊による偵察では、評価いただいている。あとは実際に地域の方が使用しやすいようにプログラム化する必要がある。そのためには地域で使用してもらい、ヒアリングをもっと集めてマニュアル化していきたい。

さらに先の2010年に開始した地方都市等における地震防災のあり方に関する専門調査会でも地上に文字情報を示すシステムを推奨していることから、内閣府などに働きかけ全国的な提案になるように課題をクリアしていく予定である。

（此松・中村・北村・今西）

#### 文献

此松昌彦・中村太和・北村元成・今西武・篠崎正博, 2008, 災害時におけるヘリコプター用救難サインの提案, 地域安全学会梗概集, 20号  
此松昌彦・北村元成 2009 救難サイン. 孤立中山間地域版防災ハンドブック（此松昌彦編）和歌山大学防災研究教育プロジェクト 28-34.

#### 関連する研究成果の新聞掲載










2009年10月1日 陸自救出訓練に1800人 朝日新聞

2010年1月15日 孤立集落に「救難サイン」和が大が検証、提案 紀伊民報

2010年1月16日 防災研究「文理融合」広がる 中日新聞

2010年2月3日 「救難記号」空からからも識別 日本経済新聞

表 2-1 山間部における救難機用図記号（サイン）の実証レベル

		昼間	夜間
			
<b>LEVEL</b> <b>1</b>	<b>サイン掲示位置の発見</b> <b>■</b> サインが掲示されている位置が特定でき、ヘリ等によって正確にその位置まで移動できる。  <b>●</b> サイン掲示位置の規定とマップ作成 ○GPS ○発煙筒、のろし ○ブルーシート	 ・GPSで掲示位置の特定が可能。 ・ブルーシートによる掲示位置サインは上空から見やすく、サイン位置の特定が容易。  ・発煙筒、のろしは位置は特定できるが煙でサインが見えにくくなる場合がある。	 ・GPSで掲示位置の特定が可能。  ・夜間飛行に対するパイロットの経験値、土地勘が必要。 ・発光物（ライト、火等）による誘導が有効。 ・ブルーシートは視認できない。
<b>LEVEL</b> <b>2</b>	<b>サイン撮影位置の発見</b> <b>■</b> サイン掲示位置のサインが特定できる。  <b>●</b> サイン掲示ルールの規定 ○ブルーシート（三角折り） ○白線（石灰、ライン引き） ○高反射板サイン（マイティス）	 ・ブルーシート（三角折り）によってサインの方向も特定でき、撮影位置が特定できる。（撮影後の検証も可能） ・ブルーシート、白線、マイティス、ともに上空から位置が視認できる。	 ・マイティスは上空から視認可能。 ・撮影位置を示す発光物（ライト、火等）が必要。（夜間は熟練者でなければ位置が把握しにくい） ・ライトの方向に対して正面の位置でなければ視認できない。 ・ブルーシート、白線は視認できない。
<b>LEVEL</b> <b>3</b>	<b>サインの撮影</b> <b>■</b> ヘリ等から撮影することができる。  ○デジタルビデオカメラ ○デジタルカメラ ○高反射板サイン（マイティス）＜夜間時＞  ※好ましい撮影機材のスペック 高画素数、手ぶれ補正機能、ズーム機能、高感度	 ・デジタルビデオカメラで撮影可能。（ズーム撮影が必要） ・デジタルカメラで撮影可能。（ズーム撮影が必要）  ・ヘリが揺れるため、ズーム撮影では手ぶれがおきやすい（手ぶれ補正機能、高感度撮影が有効）	 ・マイティスは夜間の方が視認しやすいくらいであるが、撮影には工夫が求められる。 ・サインに対して正面位置でなければ視認、撮影できない。 ・撮影するには手ぶれ補正機能、高感度撮影の機能が有効であり、感度、フォーカスを固定する必要がある。
<b>LEVEL</b> <b>4</b>	<b>サインの内容確認</b> <b>■</b> 撮影した画像（映像）からサインの内容が確認できる。  ○画像・映像再生機器（テレビ等） ○パソコン  ※拡大処理、色調補正、レベル補正、変形処理等	 ・撮影された画像（映像）からサインの内容が確認できる。（300mより150mの方が有効） ・ブルーシート（三角折り）によってサインの方向も特定しやすい。	 ・視認による内容確認が可能？（昼間時に比べて視認しやすい）（正面位置でのホバリング） ・撮影機材のスペックの指定、撮影方法の確立が必要。（手ぶれ補正機能、高感度撮影、ズーム機能、感度・フォーカスの固定）

### 3. ICTを用いた孤立集落対策の取り組み

日本は国土の7割近くを中山間地が占め、地震などの自然災害により各種ライフラインが断たれてしまう災害時孤立可能性集落が山間地、沿岸地を中心に全国19,211集落も存在する（中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況フォローアップ調査 調査結果、内閣府（2010）より）。

このような災害時孤立可能性集落と外部との通信手段を確保するために、これまで幾つかの取り組みがなされている。多くの自治体では防災行政無線、衛星電話などが導入されているが、住民が手軽に利用できる手段ではない。現在、広く普及している携帯電話は、東海・東南海・南海地震などの広域災害では利用不能になる可能性がある。孤立時に重要なことは、被害報告や救助要請を迅速・確実に外部に伝えることである。

本プロジェクトでは、このような問題意識のもとで、ICT（Information Communication Technology）を用いた災害に強い情報配信基盤の構築を目指している。そして、平常時ならば安定した通信ができるものの、災害時には停電や輻輳により通信が不安定な状況になることを前提として、このような状況下においても迅速・確実な情報配信を可能とする基盤技術について研究開発に2007年度より継続して取り組んでいる。

本報告では、

（1）可視光通信技術を用いた非常時通信システムの研究

（2）災害情報の共有手法・システムの研究  
の二項目について報告する。

#### 3.1 可視光通信技術を用いた非常時通信システムの研究

##### 3.1.1 背景と目的

平成16年（2004年）新潟県中越地震、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の際も外部との連絡手段が断たれ、住民は救援要請のメッセージを地上に描き、上空を飛行するヘリコプターに伝えている場面が繰り返し報道された。このような非常時通信には、従来から防災行政無線などの無線通信があるが、現状では運用・利用には認可・免許が必要であり、一般住民が手軽に利用可能な通信手段ではない。携帯電話網は先の地震のような広域災害においては基地局の被災、停電により利用できず、復旧にも時間がかかっている。

昔ながらの手段には、狼煙、松明の火がある。光により存在・位置を知らせ、煙色により情報伝達が可能であり、本プロジェクトで地上に設置する救難サインの研究開発に取り組んでいる。しかし、これらは夜間での利用が難しいという問題点がある。そこで、夜間に利用できるように、長距離を空間伝播する色変化による可視光通信の非常時通信への適用を着想した。

従来の可視光通信の研究の多くは、利用者に悟られずに通信することを目標に、人間に知覚できない変調方式の検討に重点をおいていた。しかし、非常時通信の場合は、上空からの被視認性が重要であるので、遠方からでも目立つ発光色の色変化を用いた変調方式が効果的であると考えた。

本プロジェクトの成果により本手法の有効性が確認できれば、災害時の通信手段の選択肢を増やすことができ、その意義は大きい。

##### 3.1.2 2009年度の取り組み

最終的なシステムのイメージは、被災地の上空を飛行するヘリコプターからビデオカメラで地上を撮影すると、地上から発信されている情報がビデオカメラのモニターにリアルタイムに表示され、救援を求めている場所とそこから発せられている情報とを同時に確認することができるものである（図 3-1 参照）。この実現のためには、動画像中での移動する光源認識技術、リアルタイムでのデータ変調・復調技術、動画像への復調データの重畳表示技術などのいくつかの課題解決が必要である。

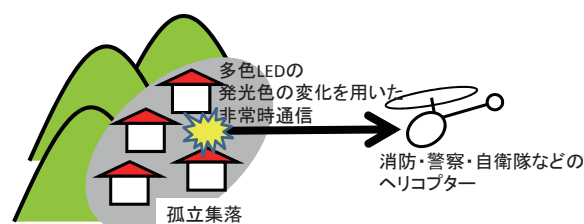


図 3-1：想定する利用場面

非常時通信分野においても、可視光通信に着目したものはなく、また、可視光通信分野では発光色の色変化に着目したものはない。RF タグの一種である光タグの研究分野では、LED の色変化に着目した研究があるが、サイズの小さい固定長データの送受信に特化されており、可変長データの送受信は学術的にも工学的にもまだまだ未着手の領域である。



2009年度は、本提案手法の実現可能性を探るために、以下の機材を使用して試作システムを開発した（図3-2参照）。

#### （１）送信側

高輝度RGB LEDを搭載したラステーム・システムズ社製LEDモジュール基板RLSL-LEDと同社製制御・駆動用ドライバRLSL-DRVを使用した。RLSL-DRVは一般的なPCに接続することで、プログラマブルな発光制御が可能である。試作システムでは簡易な発光制御用ソフトを開発した。

#### （２）受信側

市場で容易に入手可能なUSB接続CMOSセンサーカメラであるMicrosoft社製Microsoft LifeCam Cinemaを使用した。試作システムでは、USBカメラで撮像した映像を、画像処理用ライブラリOpenCVを用いて解析する受信用ソフトを開発した。

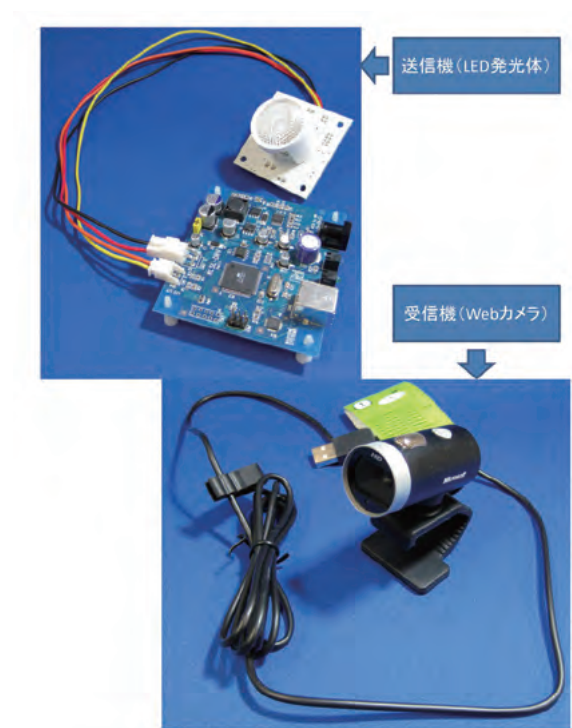


図3-2：試作システムの機材

システム全体の大まかな処理フローを図3-3に示す。

この試作システムを用いた予備実験（以降、先行予備実験と呼ぶ）では、図3-4の構成において、多色発光部の発光色を手動で制御する方式で実施した。最終的には、自由な文字列（英数字、記号など）を入力したならば、その2進コードをリアルタイムで変調し発光させ、受信側ではそれをリアルタイムに復

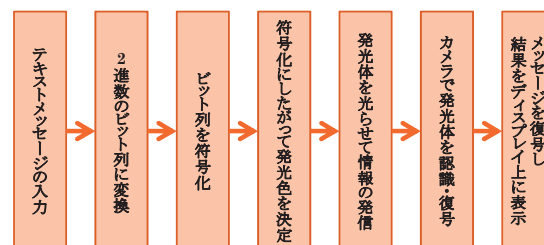


図 3-3：処理フローの概略

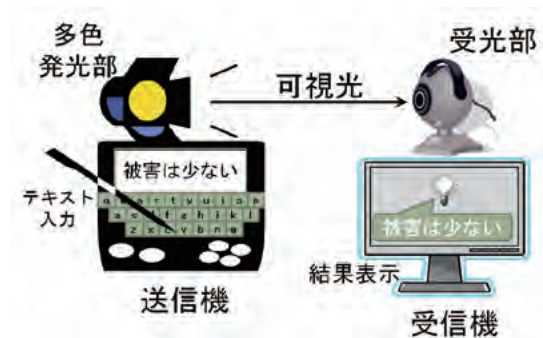


図 3-4：試作システムの構成

調し画面表示できるようにした。

この試作システムを用いて、屋外で実証実験を実施した。この実験では、夜間に通信距離400[m]、通信速度最大8[bit/s]、認識率80[%]以上で通信できることが確認できた。

#### 3.1.3 2010年度の取組み

先行予備実験においては、カメラで撮像した映像内の指定された認識領域内画素の色情報の平均値を用いて色の判定をおこなっていた（図 3-5 中央付近の枠内が認識領域）。しかし、この方式では外乱光（夜間の街灯、自動車の前照灯など）の影響をうける問題点があった。

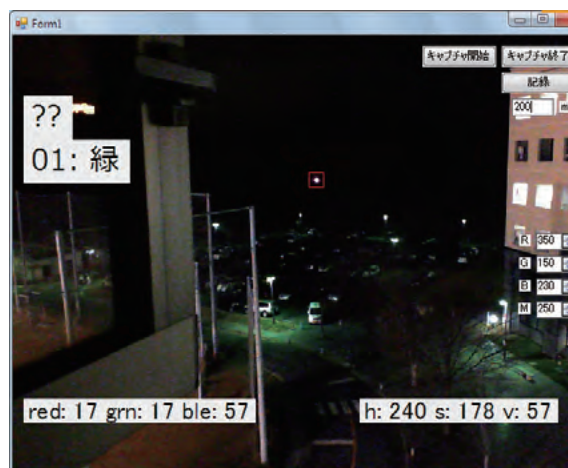


図 3-5：実行画面例（2009 年度の先行予備実験）

そこで、外乱光を選択的に取り除くのではなく、逆転の発想で外乱光の影響も含んだ認識領域内画素の色情報パターンを用いて学習機械 SVM (Support Vector Machine) により判定する手法を考案し、その効果検証について 2010 年度は取組んだ。

まず、発光色判定手法に学習機械 SVM を適用したシステムを構築した。SVM の処理モジュールは、前述の OpenCV で提供されているモジュールを採用した。外乱光の有無、発光色の組合せを変えて事前に収集した約 1500 サンプルを教師データとして SVM を学習させた。そして、SVM を用いた効果を検証するために、先行予備実験のシステムと比較評価を実験条件を変えて 2 回実施した。

#### (1) 実験 1

夜間・晴天のもとで、送信機と受信機とを約 50[m] の距離を離して設置し、できるだけ外乱光の無い場所で実験を実施した。実験では、伝送速度に影響を与える LED の発光間隔も 200[ms]~1000[ms]に変化させ、送信機が発光させた色を受信機が正しく判定することができた比率 (認識率) を測定した。結果を図 3-6 のグラフに示す。

外乱光の無い条件では、提案方式 (グラフ中の

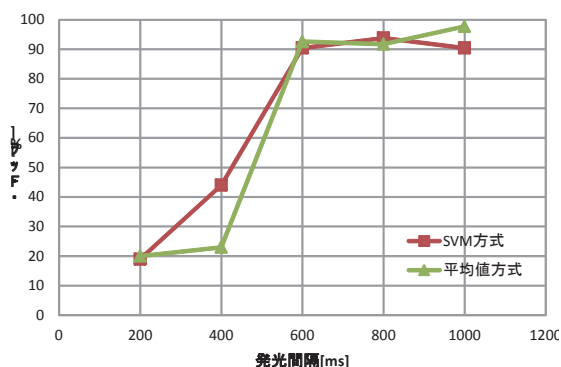


図 3-6：認識率の測定結果【実験 1】

SVM 方式) と先行予備実験の従来方式 (同 平均値方式) とに認識率の明確な差は出ず、提案方式の優位性は認められなかった。

また、発光間隔 600[ms]以上において両方式ともに認識率が約 90[%]であるのに対し、400[ms]以下において両者急激に認識率が悪化している。この結果についての考察は後述する。

#### (2) 実験 2

夜間・晴天のもとで、送信機と受信機とを約 400[m]の距離を離して設置し、実験 1 とは逆に街灯

などの外乱光の有る場所で実験を実施した (図 3-7 参照)。その他は実験 1 と同じである。結果を図 3-8 のグラフに示す。

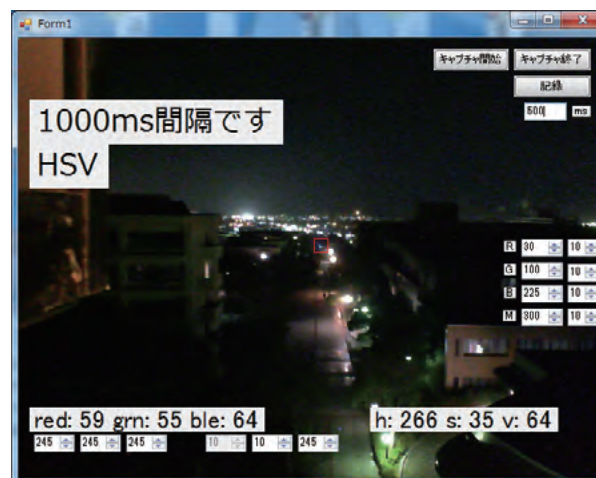


図 3-7：実験 2 における実行画面例 (背景に市街地の街灯による外乱がある)

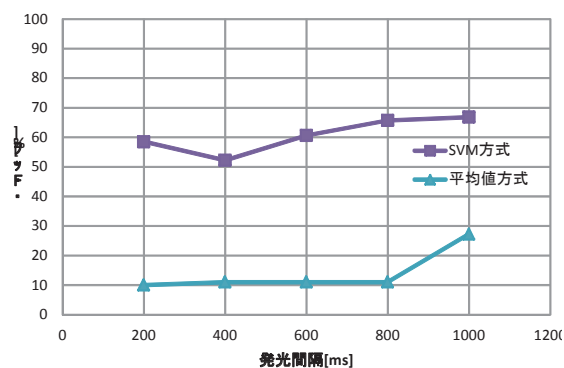


図 3-8：認識率の測定結果【実験 2】

外乱光の有る条件においては、従来方式では認識率が 10~30[%]と非常に低い結果であったのに対し、提案方式では 50~65[%]と倍近くの認識率となった。外乱光の無い条件での認識率に比べると低い結果となっているものの、従来方式に比べて格段の優位性があることが確認できた。

正確なデータ測定をしていないため根拠としては乏しいが、SVM の学習量を増やすことで認識率が向上する傾向が実験中観測されたので、事前に収集するサンプル数を増やすことで、認識率を改善できる可能性がある。定量評価が必要である。

#### 3.1.4 今後の展開

実験 1 で発光間隔 200~400[ms]で急激に悪化している (図 3-6 参照) のに対し、実験 2 では 200~1000[ms]でほぼフラットな特性となっている (図 3-8

参照)。これは、図 3-4 における受信機側の CPU の処理能力が 2 回の実験で異なっていることに起因していると推測している。実験 1 は、AMD Athlon 64x2 (1.9[GHz]) を、実験 2 は、Intel Core2Duo E8400 (3[GHz]) を搭載した PC を使用していた。実験 1 の CPU の方が実験 2 のものより処理能力が劣っているため、発光間隔が短くなると判定処理が間に合わず、認識率の低下として観測されたものと考えられる。

以上の結果から、伝送速度は判定処理の計算量に強く依存する可能性が高いことが推測できる。今後、SVM の学習量の増加、判定処理の計算量の削減、CPU 性能の高速化などにより性能を向上できる可能性があり、引き続きこの実用化に向けて推進していく。

### 3.1.5 活動成果

プロジェクト期間中に前述の研究成果について、以下3件の報告をおこなった。

(1) 原山拓士、塚田晃司、発色光の変化により情報の伝達を実現する災害時通信方式の提案、情報処理学会第72回全国大会、2010年3月

(2) 原山拓士、村吉翔大、塚田晃司、高輝度フルカラーLEDを用いた非常時通信システムの提案、日本災害情報学会第12回研究発表大会予稿集、pp.363-368、2010年10月

(3) 村吉翔大、原山拓士、塚田晃司、SVMを用いた災害時での可視光通信における受信誤り率の低減、情報処理学会第73回全国大会、2011年3月

また、この研究に関連して、以下2件の外部資金を獲得した。

(1) (独) 科学技術振興機構 研究成果最適展開支援事業 (A-STEP) 平成22年度「フィージビリティスタディ (FS) ステージ」、多色LEDを用いた非常時通信システムの研究開発 (助成期間：2010年度)

(2) (独) 日本学術振興会 平成23年度科学研究費助成事業 (学術研究助成基金助成金) (挑戦的萌芽研究)、発光色の変化による可視光通信を用いた非常時通信システムの基礎研究 (助成期間：2011～2013年度) (交付内定)

## 3.2 災害情報の共有手法・システムの研究

### 3.2.1 背景と目的

災害時孤立集落と外部との通信手段を確保するために、これまで多くの取り組みがなされている。その中

でも、無線アドホックネットワーク (無線通信によりバケツリレー式に情報伝送する方式) を用いることで災害に強い通信基盤を構築する研究が注目されている。

例えば、平成16年新潟県中越地震の際、山古志村 (現長岡市山古志地区) が孤立集落となったことをきっかけに新潟大学を中心に研究が始まった「山古志ねっと」が有名である。この研究では、ライフラインが被災・断絶して孤立した場合でも、見通しの利く山頂、上空に浮かべた気球などに設置した無線装置によって集落外との無線通信網を確保する実践的な取り組みがおこなわれてきた。

無線アドホックネットワークは、既存の有線・無線の通信網に比べ、ネットワークを構築する手間が少ないため、通信網の整備が進んでいない山間地、沿岸地では非常に有用な技術である。しかし、山間地のような使用状況においては通信が安定しない場合が多く、安定化のために中継装置の増設、通信電力の増強など導入・運用コストが大きい。

本プロジェクトでは、不安定な通信状況でも利用可能な情報配信方式の開発と、低コストの情報配信サービスの実現を目標として2007年度より継続して取り組んできた。

### 3.2.2 2009年度～2010年度の取り組み

和歌山県の中山間地の孤立集落における災害時情報伝達の課題解決を目標として取り組んでいる。2007年度～2008年度に中山間地域の孤立集落を想定した集落内情報共有システムのプロトタイプを開発し、屋外での機能実証実験と、孤立可能性集落の住民に対する意見聴取を実施している。実験の結果、免許などが不要な無線通信を使用しているため他目的で使用されている同一周波数帯の通信との干渉・混信により通信が不安定になる場合があった。また、意見聴取の結果、情報共有システムの必要性に関する意見が多かった。

実証実験で明らかとなったが、無線アドホックネットワークでは安定した通信、すなわち、送信者―受信者間において連続した接続状態を維持することが非常に難しい。無線通信をする周辺環境によって通信が不安定となり断続的な接続となってしまうケースが多い。この技術課題を解決するためには、接続状態を安定化させるため中継装置を増設する、あるいは、民生用ではない特殊な通信装置を使用すれば良い。しかし、この手法では、導入コスト、運用コストがかさん



でしまい、実運用を想定すると現実的ではない。

そこで、逆転の発想で、干渉・混信のある不安定な通信状態を前提とした情報配信方式を実現すれば良いのではないか、という着想に至った。不安定な通信状態においても効率的に情報配信可能な通信基盤を確立できれば、災害時の通信網としての効果が期待できる。

本プロジェクトでは、利用に免許などが不要な無線通信（例えば無線LAN、特定小電力無線など）を用いている。認可・免許が不要な無線通信は、送信出力が微弱であるので、通信可能範囲も狭い。そのため、遠く離れた送信機と受信機との間で直接通信することは困難である。この問題の解決には、通信可能な範囲にある無線機同士が自律的にネットワークを構築し、マルチホップ通信（パケツリレー的な伝送方法）で遠く離れた無線機との間での通信を可能とするアドホックネットワーク技術と、不安定な通信状況において着実に周囲に情報を伝達していくDTN（遅延・途絶耐性ネットワーク）技術とを組み合わせが有効である。

以上を実証するために、2009年度～2010年度の期間で、以下3点について取組んできた。

#### （１）災害時孤立集落を想定したソフトウェアに依存しない情報共有システムの研究

孤立地帯の被災情報を外部へ伝える手段や、危険地域等の情報を住民へと伝えるための媒体が必要となってくる。情報配信が必要とされる状況になった場合、孤立地域内でプライベートネットワークを作り被災地域の情報を住民へ伝え、生存者や救護が必要な人間の情報や必要な物資の情報を集め、何らかの手段で外部と通信した際にこれらの情報の交換を行うシステムが必要とされている。

そこで非常時にネットワーク的にも孤立してしまった地域でも柔軟かつ高速な情報の提供や配信を行えるブラウザベースのインターフェースを利用するフレームを提案した。

提案システムは避難所などの比較的堅牢な建物にデータベースを持つサーバと無線基地局が設置され、クライアントは無線APを介してプライベートネットワークへ接続し、ブラウザ上から情報の提供と取得を行う。情報の提供は時系列順に投稿という形でまとめられ、被害状況や物資情報等のタグを付与することによって分類される。2010年度は、システム構成のモデルを提案したのみであり、引き続き取組んでいく。

#### （２）災害情報の優先度を考慮した情報共有手法の研究

孤立集落においては、自助・共助の支援のための情報共有が必要となる。集落内に存在する避難所を拠点とし、その拠点間で届くような無線通信を用い、拠点に避難してきた人などが設置している端末を操作することで、自助・共助の支援を行うということが考えられる。

しかし、拠点間で共有する災害情報には、被災状況・避難情報・安否情報・ライフライン復旧情報などさまざまなものがあり、配信の順序が定められていないために、必要な情報がなかなか得られないことが想定される。また、無線通信を用いる情報共有では、通信状況が不安定で、通信が可能な期間にすべての情報を一度に配信することは難しい。

そこで、これらの問題を解決するために、配信する情報に優先度を与え、その与えた優先度を考慮した情報共有システムの提案をした。配信する情報を作成する際に情報の特性を表わす要素を付加しておき、その付加された要素から配信順序や配信方法を決定することで、情報が大量にある場合や不安定な通信状況においても必要な情報から優先的に配信できるようにするものである。情報の特性を表わす要素として、優先度、周知性、即時性といったものを用いる。配信する情報は、XML形式で記述する。2010年度は、実際に数台の試作機を用いて動作確認実験を実施した。

#### （３）ノード移動ベクトルとシンクノードまでの通信路の有無を考慮した情報収集手法の研究

不安定な通信状況を前提とした情報収集システムの適用例として、2009年度に特定小電力無線を用いた移動体のセンサ情報収集システムのプロトタイプを開発し、実証実験を実施した。実証実験は防災分野への適用ではなくセーリング競技（高校総体、世界選手権大会など）における競技艇の位置情報収集であったが、実験では約20～30[艇]の位置情報を4400[mAh]のバッテリーで4～5[h]連続してリアルタイム収集できること、ならび、免許不要の特定小電力無線（429[MHz]帯）を用いて通信距離約600[m]確保できることを確認した。情報配信基盤としての有用性が期待できる結果である。

また、2010年度は、移動体の情報収集を効率よく行うための手法として、移動体の移動速度、移動方向を考慮した情報配信手段を提案した。シミュレーション、

ならびに、試作機による評価実験を実施した。本格的な実証評価を引き続き推進していく。

### 3.2.3 今後の展開

和歌山県のような半島地域では大規模災害により孤立すると復旧するまでに長期間を要することが予想される。そのような状況においては、孤立した集落間での情報共有も必要になってくると考えられる。

これまでの4か年は、孤立集落内での情報共有を対象としていたため、通信距離が比較的短い（数100m～1km）近距離通信手段を想定して取り組んできた。今後は、集落間での通信も可能な数kmオーダーでの遠距離通信も視野に入れて、研究開発に取り組んでいく予定である。

### 3.2.4 活動成果

プロジェクト期間中に前述の研究成果について、以下1件の論文掲載、8件の報告をおこなった。

（1）塚田晃司、野崎浩平、災害時孤立集落での利用を想定した地域内情報共有システム、情報処理学会論文誌、51巻、1号、pp.14-24、2010年1月

（2）吉田昭宜、塚田晃司、DTN環境での利用を考慮した災害情報共有システムの提案と実装、情報処理学会マルチメディア、分散、協調とモバイル（DICOMO2009）シンポジウム、5B-5、2009年7月

（3）吉田昭宜、DTN環境での利用を考慮した災害情報共有システム、わかやま情報サービス産業クラスター 産学連携事業 和歌山大学・近畿大学大学院生研究成果発表会、2010年1月

（4）坂本将光、中谷亘、塚田晃司、低速な無線ネットワークにおけるストアアンドフォワードなデータ転送方式の実装と評価、情報処理学会第72回全国大会、2010年3月

（5）福井悠、自助共助の支援を目的とした災害拠点間情報共有システムの提案、和歌山大学システム工学部・近畿大学生物理工学部大学院生研究成果発表会、2011年2月

（6）山田俊輔、福井悠、丸山博史、塚田晃司、災害時孤立集落を想定したソフトウェアに依存しない情報共有システムの提案、情報処理学会第73回全国大会、2011年3月

（7）丸山博史、福井悠、山田俊輔、塚田晃司、災害情報の優先度を考慮した情報共有手法の提案、情報処理学会第73回全国大会、2011年3月

（8）中谷亘、田中勇祐、坂本将光、塚田晃司、ノード移動ベクトルとシンクノードまでの通信路の有無

を考慮した情報収集手法の提案とシミュレーション評価、情報処理学会第73回全国大会、2011年3月

（9）田中勇祐、中谷亘、坂本将光、塚田晃司、ノード移動ベクトルとシンクノードまでの通信路の有無を考慮した情報収集手法の実装、情報処理学会第73回全国大会、2011年3月

また、この研究に関連して、以下1件の外部資金を獲得した。

（1）（独）科学技術振興機構 地域イノベーション創出総合支援事業 重点地域研究開発推進プログラム 平成21年度「シーズ発掘試験A（発掘型）」、不安定な通信状況における防災情報共有技術の開発と応用（助成期間：2009年度）

### 3.3 今後の展開

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震では、平成7年（1995年）兵庫県南部地震の時と比べものにならないほど、携帯電話やスマートフォンを用いた情報共有基盤としてインターネットが有効活用された。特に携帯メールやtwitterなどのツールの利用が顕著であった。しかし、その一方で、広域災害の場合には、携帯電話網だけでなく一般の電話網も大規模に被災し、完全復旧までに期間を要することも明らかとなった。

特定のインフラに依存するシステムは、そのインフラが被災すると途端に使用できなくなる。そのためにも複数の代替手段を準備していくことは重要である。本プロジェクトは、以前からローテクとハイテクの二つの視点で災害時孤立集落の問題解決に臨んできた。今後もこの研究姿勢を維持していく。

（塚田・瀧・三浦・内尾）

#### 4. 聴覚障害者とのコミュニケーション

本研究では情報通信という相手に情報を伝えることを研究している。その一環で、中山間地域だけではないが緊急性のある課題として聴覚障害者との情報伝達について研究したので報告する。

##### 4.1 災害弱者の聴覚障害者

聴覚障害者はろうあ者、中途失聴者、高度難聴者に分けられる。ろうあ者は生まれつき聴覚に障害があり、聞こえの障害はもとより、障害により言語を獲得することができず、話すことができない人たちのことを指す。中途失聴者は言語を獲得した後、病気などの理由により耳が全く聞こえなくなった人たちのことを指す。ただし中途失聴者は話すことはできる。高度難聴者は言語を獲得した後、病気などの理由により非常に聞こえづらく（補聴器をつけても日常生活に対応できないことが多々ある）になった人たちのことを指す。高度難聴者は中途失聴者と同様に話すことはできる。いずれにせよ三者に共通することは音声聞くことが出来ず、社会生活を送る上で必要不可欠な情報の入手が困難となり、日々の生活において支障をきたす。また他者（健聴者＝聞こえる人）とのコミュニケーションが上手く取れないことも問題である。

上記の聴覚障害者は障害者手帳を交付されている。日本において障害者手帳を有する聴覚障害者の数は全国で約49万人（厚生労働省・統計情報部社会統計課／平成22年度・社会福祉行政業務報告資料）を数える。またWHO（世界保健機関）によると現在の日本における聴覚障害者の数は、軽度の難聴者（補聴器をつけると何とか日常生活に対応できる）を含めると約600万人いると推計し、50年後には約800万人に増加すると推計されている。ただならぬ数字である。日本において難聴者に対する障害者手帳の発行は厳しく制限されている。日本において障害者手帳を交付されていない軽度の難聴者でもアメリカやヨーロッパでは障害者手帳が交付されているケースが多い。聴覚障害は軽い障害だと認識されている証拠であろう。ちなみに和歌山県では障害者手帳を有する聴覚障害者（ろうあ者・中途失聴者・高度の難聴者）は6343名（平成22年度／和歌山県障害者福祉・在宅福祉課資料）いる。また和歌山県では軽度の難聴者を含めると約6万～7万人の聴覚障害者がいると推計されている。

聴覚障害者は外見から分からない障害であり、行政を含め大多数の人々は聴覚障害者を身体障害者と認

識していないことが多く、災害弱者としてとらえる視点にも欠けている。このことは災害時には大きな問題となる。聴覚障害者は“聞こえの障害”のため暮らしに欠かせない情報を入手することは困難であり、他者とのコミュニケーションを取ることも容易ではない。そのようなこともあり聴覚障害者の多くは、日頃から地域の人々（健聴者）との交わりを避けることが多く、どうしても地域から孤立しがちになる。聴覚障害者が付き合う相手は同じ障害を持つ聴覚障害者や手話関係者（手話通訳士、手話ができる人、手話サークルの人々）に限られてくる。このような社会環境下にある聴覚障害者は、一たび大災害が発生すれば多大な犠牲を強いられることになる。阪神淡路大震災（1995年、1月17日、午前5時46分、震度7の大地震発生、犠牲者数は約6400人）を例に取る。阪神淡路大震災では数百人の聴覚障害者の家が全壊または半壊し避難所生活を送らざるを得なくなった。避難所に避難した人々（耳の聞こえる人たち＝健聴者）は避難所生活に必要な情報が入手でき、飲料水や食糧の配給を受けることができた。また避難所運営に関する情報や刻々と変化する災害情報なども入手し、不便を強いられながらも避難所生活に対応することができた。一方、聴覚障害者は上記の情報を入手することは困難であり、被災者（健聴者）とのコミュニケーションも上手く取れない状況下におかれ避難所生活に対応できず、心身ともに疲れ果て、精神的に追い詰められていった。やがて避難所から聴覚障害者の姿が消え、そして神戸市から聴覚障害者が消えて行くことになる。災害時において聴覚障害者の「情報の保障」がなされなかった結果である。

和歌山県では近い将来、東南海・南海地震の発生が危惧されている。東南海・南海地震が発生した時に阪神淡路大震災の時のような「聴覚障害者が心身ともに追い詰められていった」事態や「被災地から聴覚障害者が消えた」事態を招かないよう聴覚障害者の「情報保障」に対する対策を講じておかねばならない。その対策の一つが「情報の視覚化」である。

##### 4.2 「情報の視覚化」の取り組み

2009年の10月、社団法人・和歌山県聴覚障害者協会に対し、災害時における「情報の視覚化」の一環として「耳マークサインをプリントしたビブス（以下、“聴覚障害者用ビブス”と略す）」の提案を行った（図4-1）。現在、公共機関や銀行は、聴覚障害者の情報を保障するために受付に耳マークサインの立て札を用意し、聴



覚障害者がその立て札のあるところに立ち寄れば手話通訳士や要約筆記者を手配する仕組みを設けている。耳マークサインは聴覚障害者をサポートするサインである。

ビブスはサッカーの練習でよく見かけることがある。ビブスとは同じチーム内で敵と味方に別れて練習試合を行う際、敵と味方を区別するために着用する上っ張りである。ビブスは軽く、かさばることも無く、便利に使える上っ張りである。上記の耳マークとビブスを活用したのが「聴覚障害者用ビブス」である。「聴覚障害者用ビブス」は、ビブスの前と後ろに耳マークのサインをプリントしたものである。

一たび大地震などの災害が発生すれば、避難所は混乱し、情報も錯綜する。聴覚障害者は情報を入手することが困難なことから災害対応に苦慮する。そのような時に聴覚障害者をサポートする手話関係者や要約筆記者が「聴覚障害者用ビブス」を着用し、被災地や避難所で待機する。避難所に逃げ込んだ聴覚障害者は「聴覚障害者用ビブス」を着用した人を目撃すれば、躊躇することなく手話で声をかけることができる。このことにより聴覚障害者は安心することができ、情報の入手も可能となる。なお「聴覚障害者用ビブス」は平時においても不特定多数の人々が集まるイベント会場においても聴覚障害者の「情報の視覚化」として活用できる。

現在、和歌山大学防災研究教育センターと（社）和歌山県聴覚障害者協会が連携し、聴覚障害者の防災対策の要である「情報の視覚化」を充実させるためのプログラム開発に取り組んでいる。具体的には災害時に手話関係者や要約筆記者だけが聴覚障害者に対応するのではなく、地域住民が「聴覚障害者用ビブス」を着用し、聴覚障害者に対応できるプログラムの開発に取り組んでいる。

#### 4.3 聴覚障害者と地域の人々が、互いにコミュニケーションが可能となるプログラム開発について

「情報の視覚化」＝ビブスについては既に簡単な説明をしているが、もう少し詳しくビブスの活用方法について説明をしておく。

阪神淡路大震災では聴覚障害者は避難所に避難した際、聴覚障害者が、一ヶ所に集まることができず、バラバラの状態避難した。聴覚障害者は、周囲の人々（健聴者）とコミュニケーションが取りづらく、情報入手もままならない状態が続き、時間を追うごとに不安と焦燥と心労が重なり、大変苦労を強い

ビブス



腕章



図 4-1 災害時における「耳マーク」の活用案

れた。その結果、聴覚障害者の多くは避難所にいづらくなり、いつの間にか避難所から姿を消していった。大地震発生後、数日経ち、ようやく手話関係者が聴覚障害者を支援するために避難所を訪れ、聴覚障害者の姿を追い求め体育館や講堂の中を歩き回った。体育館や講堂に避難した人の数は2000人～3000人とされている（体育館や講堂の広さによって収容人数は変わる）。そのため手話関係者が聴覚障害者を探し出すのに多くの時間を要し、大変な苦労を強いられた。そこで和歌山大学・防災研究教育センターは、阪神淡路大震災の教訓を活かし、聴覚障害者が目で情報を確認できる「聴覚障害者用ビブス」を活用し、聴覚障害者と地域の人々が、互いにコミュニケーションが可能となる「情報保障」のプログラム開発に着手している。

※現在、(社)和歌山県聴覚障害者協会から聴覚障害者用ビブスのデザイン変更の申し出もあり、聴覚障害者用ビブスのデザインについて協議を行っている。

(今西・北村)

## 5. 中山間地域に必要な非常用電源

今回の東日本大震災では近い将来の東南海・南海地震をイメージさせることが多く存在した。もちろん情報通信が重要であるが、通信機器を使うにしても停電時には使用できないことが多い。そのためにも非常用電源を必ず設置するように政府の検討会資料では述べられている。しかし自家発電機はガソリン、ディーゼルが多く、普段から利用していないと使えないことが多い。最近ではカセット用のガスボンベを利用した自家発電機が開発されている。

またハイブリット車や電気自動車のバッテリーを利用して、地域の蓄電池という利用が検討されている。和歌山県では最近、風車が目立っているが、太陽光を利用した発電も多くなっている。

紀伊半島は昔から川の傾斜が大きいので、流れが強い特徴がある。そのため地域では水力発電を実施しようという雰囲気が高くなっている。特に過疎化で高齢化の高い中山間地域では産業が減少しては地域が発展しない。持続的な生活をしようとすれば、地域でエネルギーの地産・地消を検討する必要がある。

私たちは情報通信を中心に研究してきたが、今後は中山間地域の発展のために、自立的で、長期間に孤立しても生活可能な災害に強い集落作りを検討していく必要がある。